R 4 - 76

CHILD 8

Un sistema per lo sviluppo

e la didattica dei microprocessori

Franco Pirri - Gianni Becattini

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE

FACOLTA' D'INGEGNERIA

ISTITUTO DI ELETTRONICA

- RIASSUNTO -

Vengono dapprima illustrati alcuni dei vantaggi che la tecnologia dei microprocessori apporta al ciclo di sviluppo di un prodotto industriale. Successivamente si descrivono gli elementi e la struttura di un sistema modulare di sviluppo per il microprocessore F8 della FAIRCHILD passando, infine, all'esame dei criteri di approccio a questa nuova tecnologia.

1 - Considerazioni generali.

Sono ormai noti i vantaggi offerti dall'impiego dei microprocessori, o μP, nella realizzazione di sistemi digitali [1,2,3,4] . Ricordiamoli brevemente ponendoli in rapporto alle diverse fasi dello sviluppo industriale di un prodotto.

a - Definizione del prodotto.

L'impiego del μP consente la realizzazione di strutture anche notevolmente complesse a costi molto bassi. Inoltre è relativamente facile ed economico aumentare le prestazioni del sistema e valutarne il costo incrementale.

b - Progetto.

Il progetto consiste prevalentemente nella stesura del software; la conversione in programma del diagramma di flusso è semplice e può essere ulteriormente accelerata con l'uso di assemblatori o compilatori.

c - Realizzazione del prototipo.

Usando una serie di moduli standardizzati è possibile minimizzare il tempo di progettazione e realizzazione dell'hardware, che si riduce così alla semplice costruzione delle interfacce.

d - Messa a punto.

La verifica del prototipo consiste essenzialmente nel debugging dei programmi e la simulazione del sistema su un calcolatore ospite semplifica talvolta questa operazione.

e - Progetto definitivo.

In questa fase vengono disegnati i circuiti stampati finali, le alimentazioni, il contenitore etc.

Molto spesso è conveniente usare direttamente i moduli standardizzati anche nella fase di produzione, garantendo per di più la compatibilità tra i ricambi di apparecchiature diverse. Notiamo anche che il μP consente una grande riduzione dell'hardware con evidenti vantaggi per quanto riguarda il montaggio, la dissipazione di potenza, la documentazione e, in definitiva, il costo.

f - Aggiornamento del prodotto.

Poichè i programmi sono modificabili con una certa facilità è possibile

ovviare all'obsolescenza del prodotto, in modo particolare se si fa uso dei moduli standardizzati.

Per acquisire la necessaria conoscenza delle tecniche di impiego dei μP è opportuno ricorrere a particolari strutture generalmente indicate con il mome di "sistemi di sviluppo" (development systems).

I produttori di ciascun μP mettono sul mercato questi sistemi sia sotto la forma di microcalcolatori completi di periferiche e software, sia come moduli "general purpose".

Un approccio di tipo diverso, che richiede un tempo di approntamento maggiore, ma che garantisce una più profonda comprensione delle funzioni espletate da ogni componente del circuito è quello di realizzare un proprio sistema di sviluppo.

Con l'introduzione del μP il ruolo della programmazione aumenta di importanza, ma conviene mantenere presenti gli aspetti più propriamente circuitali; per questo è auspicabile che all'interno del gruppo di ricerca coesistano esperienze di progettazione hardware e software.

2 - Il sistema CHILD.

Il sistema Child è composto da un certo numero di moduli tra loro compatibili caratterizzati da un costo molto basso e da un buon rapporto prezzo/prestazioni. La struttura dell'insieme è tale da garantire un'ampia possibilità di espansione nel senso desiderato dall'utenze: memoria, I/O, periferiche. Questo rende particolarmente ampio lo spettro di applicazione del sistema CHILD, sia nel campo didattico che in quello dello sviluppo e della produzione di unità a microprocessore.

2.1 - I microcalcolatori CHILD 8.

L'elemento base del sistema CHILD è costituito da un microcalcolatore impiegante il microprocessore F8 prodotto dalla Fairchild [5,6] .

Questo microcalcolatore è stato realizzato in varie versioni sperimentali: la Ø, la 1, la A, la B, la S e la BS.(1) Queste ultime due hanno fornito le prestazioni più interessanti: la S per il costo estremamente ridotto e la BS per la ottima possibilità di espansione. La fig. 1 evidenzia appunto la maggiore flessibilità del modello BS.

Al momento sono stati realizzati tre esemplari del /S mentre due /BS

(1) vedi nota a pag. 12

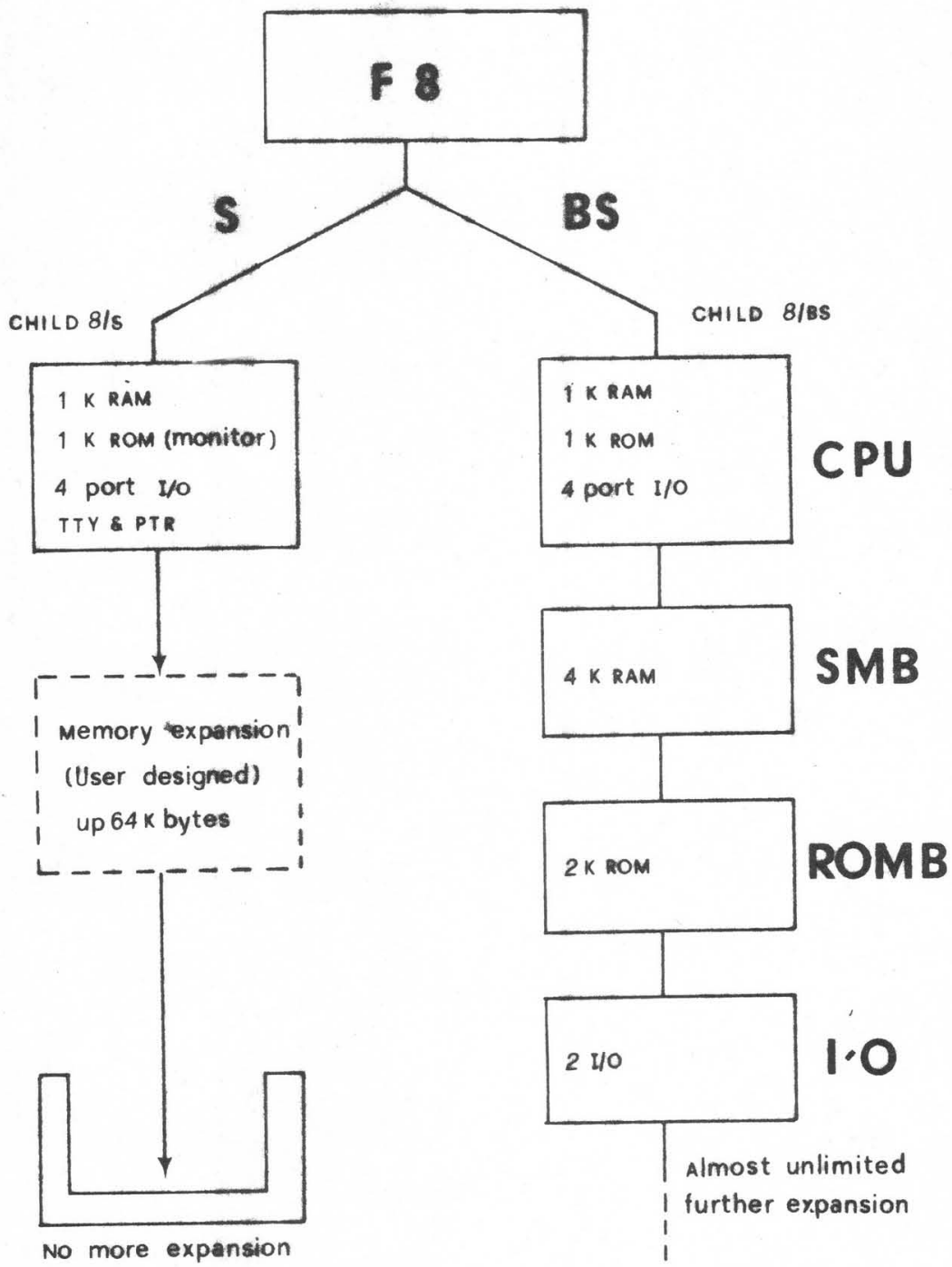

Fig. 1 - Confronto fra i modelli /S e /BS

già montati stanno passando gli ultimi controlli prima del collaudo finale.

In fig. 2 è schematizzata la composizione del CHILD 8/BS, mentre la appendice 1 indica le caratteristiche salienti.

2.2 - Altri elementi della serie CHILD.

Soprattutto in vista della realizzazione di una attrezzatura didattica usabile contemporaneamente da più persone risulta vantaggioso impiegare unità terminali a basso costo. Poichè queste non sono comunemente reperibili in commercio sono state fabbricate con impiego di componenti standard. Esaminiamo brevemente le unità già realizzate ricordando che altri moduli si trovano già allo studio o in avanzata fase sperimentale.

2.2.1 - KB-16.

Si tratta di una tastiera a 16 pulsanti più tasti di controllo. Il set dei caratteri ASCII viene suddiviso in sottoinsiemi di 16 elementi ciascuno, selezionabili con la pressione di un tasto di controllo.

Per quanto l'uso prevalente della codifica esadecimale renda l'operazione sufficientemente facile e spedita è allo studio la possibilità di fare impiego di normali tastiere tipo telescrivente.

All'interno della KB 16 trova posto anche il convertitore parallelo/serie e l'interfaccia a loop di corrente di 20 mA per risultare direttamente intercambiabile con la tastiera della telescrivente meccanica.

2.2.2 - HEXD.

E' un display a 7 segmenti che sotto il controllo di un breve programma (detto HEXMON) permette un completo debugging dello stato della macchina. Il programma HEXMON si trova ancora in fase sperimentale ma una versione provvisoria è già pronta.

2.2.3 - SCA.

Con l'uso delle cassette magnetiche ogni utente può disporre di una grande quantità di memoria di massa a costo molto basso e facilmente maneggiabile.

Per mantenere un ragionevole equilibrio di costi con gli altri elementi del sistema si è optato per un comune mangiacassette musicale tramite il qua

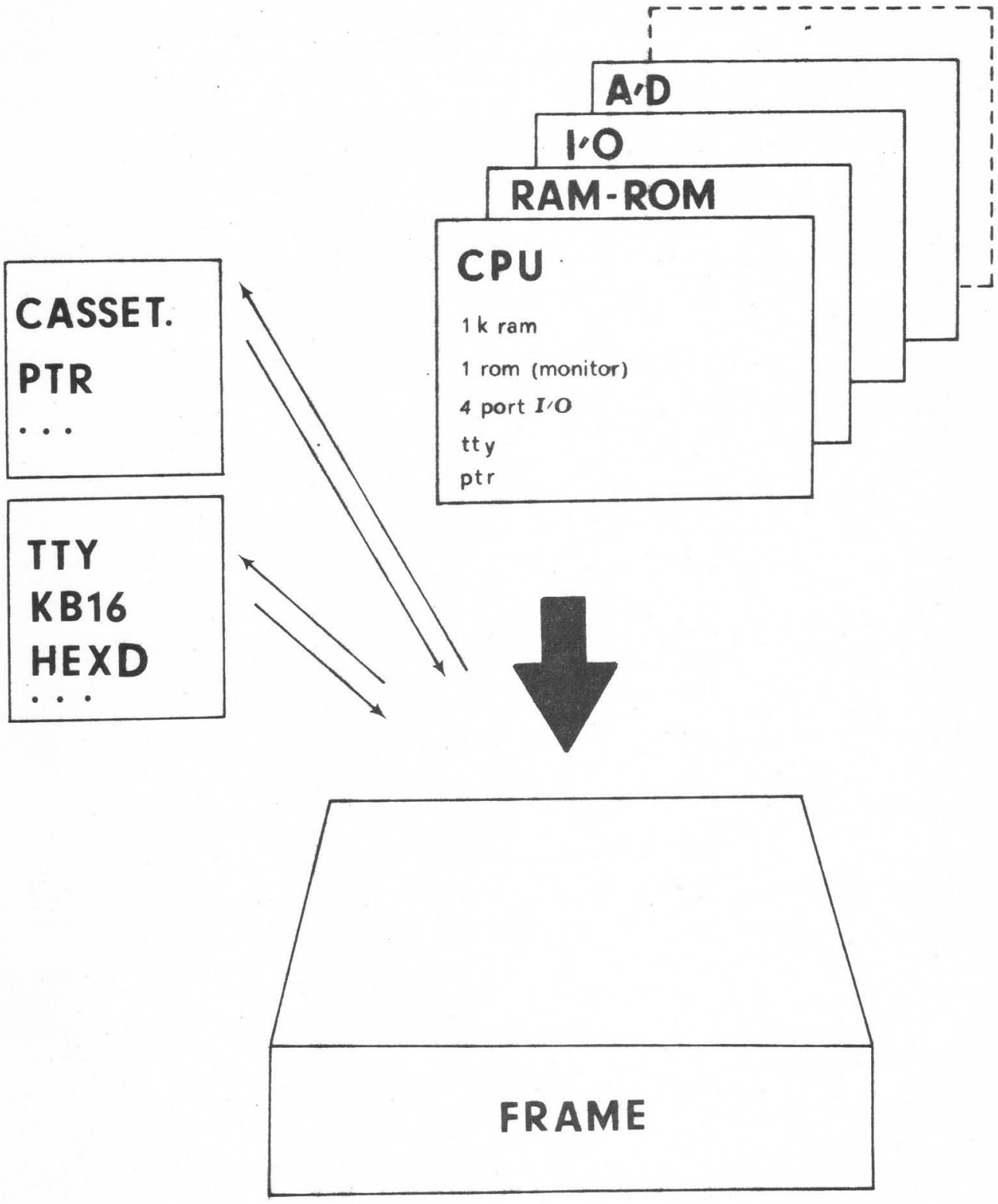

Fig. 2 - Composizione del sistema CHILD

le è possibile registrare programmi e dati su cassette normali fino alla velocità di 500 bit/sec.(2) Velocità maggiori possono essere ottenute con l'impiego di speciali nastri al biossido di cromo.

Lo SCA può essere usato anche per registrare e riprodurre dati analogici con dinamica di ± 1.5 V entro una gamma di 0-250 Hz con buona linearità.

2.3 - Il posto di lavoro.

Il posto di lavoro tipo dispone di un microcalcolatore CHILD 8/BS o /S, con memoria di 1K RAM o più, una tastiera KB 16 con display HEXD e un mangiacassette con SCA (vedi fig. 3). Poichè ogni microcalcolatore CHILD 8 dispone di monitor su memoria ROM [7] è possibile effettuare caricamenti di programmi subito dopo l'accensione degli apparecchi.

Se si organizza il lavoro in modo da evitare la necessità contemporanea da parte di più utenti degli stessi moduli accessori si può limitare il numero di questi ultimi a pochi esemplari senza ridurre l'efficienza del sistema.

3 - Criteri di approccio ai µP.

Un sistema di sviluppo per µP ha due obiettivi: fornire all'utente le cognizioni necessarie per i successivi progetti e servire da base per la costruzione di una vasta gamma di prototipi.

Dal punto di vista didattico possiamo dire che l'uso di un sistema minimo con programmazione in linguaggio macchina costringe l'utente a concentrare la propria attenzione sul significato di ogni operazione e questo si risolve in definitiva in una migliore comprensione del funzionamento dell'elaboratore, almeno finchè ci si limita a programma di qualche decina di istruzioni.

Con questo metodo possono essere scritti i primi sottoprogrammi per la gestione delle operazioni di ingresso-uscita per il governo di periferiche semplici, acquisendo così le cognizioni necessarie per affrontare problemi più complessi.

Non appena si supera il limite di un centinaio di istruzioni diviene necessario l'uso di un linguaggio simbolico. La traduzione in linguaggio macchina può essere effettuata sullo stesso sistema di sviluppo, oppure su un elaboratore ospite. In quest'ultimo caso si parla di cross-assemblaggio o di cross-compilazione e si può scegliere tra un calcolatore proprio od un

(2) vedi nota a pag. 12

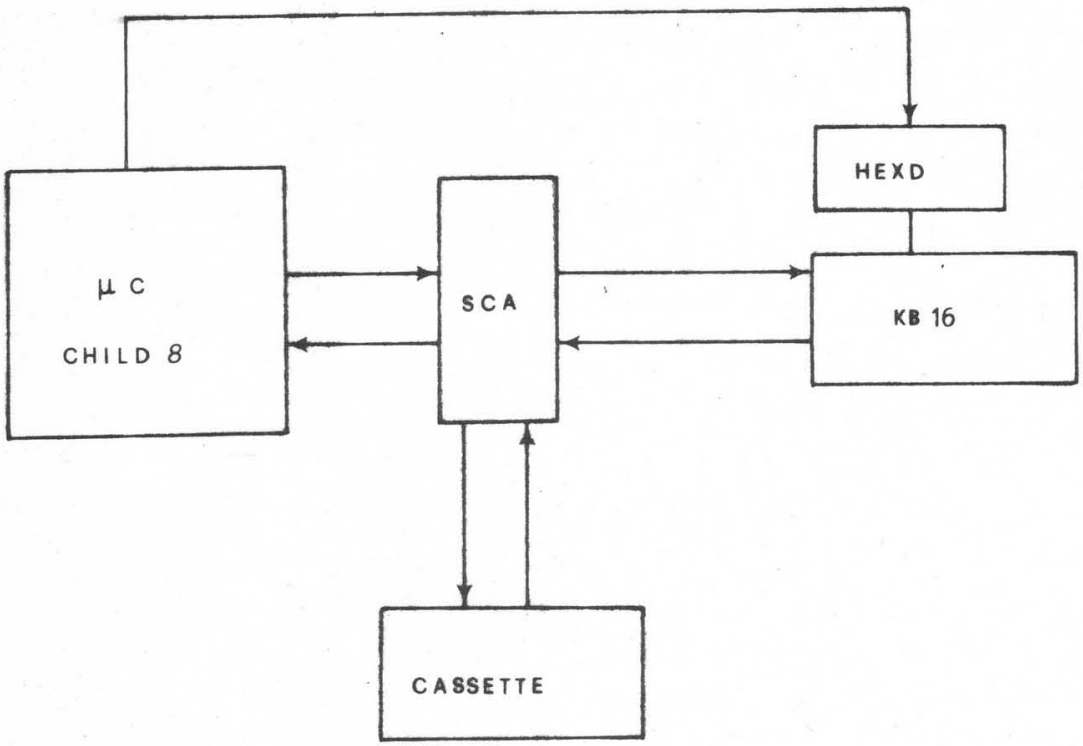

Fig. 3 - Posto di lavoro tipo

terminale time-sharing, ma in ogni caso è bene valutare attentamente i costi di installazione e di gestione del sistema.

Un calcolatore ospite permette la simulazione di un prototipo usufruendo nella stesura dei programmi di tutti i vantaggi derivanti dall'esistenza di un potente sistema operativo, vantaggi che si traducono in un accorciamento dei tempi di sviluppo del software. Bisogna comunque tenere presente che la simulazione non può essere completa e che la fase di sperimentazione sul prototipo non viene quindi eliminata.

Usando il sistema di sviluppo il costo di installazione è modesto e le spese di gestione sono praticamente nulle. A ciò si aggiunge il vantaggio di una costante disponibilità; inoltre è possibile realizzare i moduli più importanti in diversi esemplari, ottenendo così ad un prezzo ridotto la possibilità di suddividere le risorse in più gruppi per lo sviluppo contemporaneo di più prodotti.

Un fattore importante nella valutazione del sistema è il costo, valutato non solo nella fase iniziale, ma tenendo soprattutto conto di quelli che saranno i costi addizionali durante lo sviluppo di altri progetti. E' certamente positivo disporre di un insieme di moduli che consentano di costruire rapidamente sistemi complessi.

Nel caso di piccole o medie serie questo è anche il sistema più economico poichè permette di suddividere il costo dello sviluppo di alcune parti tra più prodotti e riduce il lavoro di documentazione, di immagazzinamento dei pezzi di ricambio, di manutenzione e di istruzione del personale di servizio.

4 - Conclusioni.

Il sistema di sviluppo CHILD è stato realizzato nell'Istituto di Elettronica della Facoltà di Ingegneria di Firenze. Il sistema costituisce un valido mezzo di dimostrazione delle possibilità dei μP e potrà essere usato dal prossimo anno accademico nelle esercitazioni degli studenti.

Un sistema CHILD viene già impiegato per ricerche in campo biomedico ed altre applicazioni sono previste nel campo della trasmissione dati.

Alcuni degli ampliamenti per il sistama base sono già in fase di collaudo e gli sforzi futuri saranno orientati anche verso la preparazione del software di utilità. Per quanto le attuali applicazioni utilizzino il μP F8 non sono escluse ulteriori realizzazioni impieganti altri μP.

Appendice A - Descrizione del microcalcolatore CHILD 8/BS.

Generalità - Il microcalcolatore CHILD 8/BS deriva dai precedenti CHILD da cui si differenzia per una struttura assai più modulare che ne consente la applicazione in un gran numero di sistemi. La caratteristica essenziale dei microcalcolatori della serie CHILD è quella di avere un hardware estremamente ridotto. Tutte quante le funzioni sono infatti espletate dal software. L'innovazione che risulta più evidente anche ad una osservazione superficiale è la quasi assoluta mancanza di comandi sul pannello di controllo. Tale assenza non implica però nessuna rinuncia alle possibilità della struttura più consueta consentendo invece all'utente una facilità di uso assai superiore.

Impieghi - La semplicità della struttura ed il costo ridotto rendono ideale il CHILD 8/BS per applicazione nei controlli di processo. La modularità permette inoltre di espandere il sistema o di adattarlo alle necessità dell'utente con facilità ed economia.

La piastra CPU - La piastra CPU (Central Processing Unit) racchiude gli elementi caratteristici del CHILD 8/BS ed anche da sola costituisce un completo microcalcolatore. In questo modulo trovano posto, oltre al microprocessor FAIRCHILD F8, anche: 1K di ROM (con programma monitor), 1K di RAM, le interfaccie per la telescrivente e per il lettore ottico di banda perforata, 2 livelli di interrupt, 32 bit bidirezionali di I/O.

L'inserzione della CPU in un bus non dedicato consente l'espansione della memoria ed il collegamento di numerosi accessori (stampanti, cassette, etc.).

Caratteristiche principali del CHILD 8/BS - Parola di 8 bit/Ciclo di macchina di 2 µs/Set di 70 istruzioni /1 Accumulatore/64 registri/2 registri indice/Altri registri per status, subroutine etc./4 ports bidirezionali di I/O/2 livelli di interrupt/2 timers programmabili per applicazioni in tempo reale/Power-on reset/Espandibilità della memoria fino a 64 K bytes con RAM, ROM,PROM, EPROM/Espandibilità dei port di I/O praticamente illimitata/Monitor su ROM.

Pannello di controllo software - In qualunque momento si può passare sotto il controllo del "pannello software" con la semplice pressione di un tasto. Tutte le funzioni, e molte altre ancora, eseguibili da un comune pannello

con switches e leds si possono eseguire da telescrivente: lettura o modifica della memoria o dei registri (in esadecimale), caricamento o perforazione di nastri di carta, caricamento o registrazione di nastri magnetici, comando di "start" da qualunque locazione di memoria etc.

Lo status della macchina viene automaticamente salvato quando si richiede di passare sotto il controllo del "pannello software".

Altre caratteristiche - Oltre al "pannello software" il monitor fornisce all'utente 7 sottoprogrammi per la gestione delle operazioni di I/O. Ogni piastra preleva la sua alimentazione da una unica linea a 16 Vcc ed effettua tutte le regolazioni sulla piastra stessa.

Le interconnessioni fra piastre diverse avvengono tramite un bus "non dedicato"; questo significa che l'espansione può essere fatta indipendentemente in senso di memoria o di I/O o di entrambe, potendo ogni piastra essere inserita in qualunque posizione.

Componenti usati - I principali circuiti integrati usati nel microcalcolatore sono:

3850	Central processing unit (CPU)
3851A	Program storage unit (PSU)
3853	Static memory interface (SMI)
2102-2	Memoria statica 1Kbit

La logica accessoria è stata realizzata, ove possibile, con circuiti C-MOS e TTL-LS per minimizzare la dissipazione di potenza. L'alimentazione è stabilizzata sulla piastra stessa tramite regolatori a tre terminali. La tensione di 5 V è fornita dall'integrato 78HD5, capace di erogare una corrente di 5 A, e può essere usata per alimentare anche piccoli moduli esterni.

NOTE

(1) - Le versioni Ø, 1, A e B del microcalcolatore CHILD 8 sono state da noi progettate utilizzando alcuni circuiti integrati della serie F 8 della FAIRCHILD. Queste versioni sono state realizzate in esemplare unico e rivestono interesse solo per il fatto che il lavoro di progettazione ci ha contentito di acquisire la necessaria esperienza per il progetto della versione BS.

Il CHILD 8/S è l'"F 8 evaluation Kit number one" della FAIRCHILD a cui sono state aggiunte le alimentazioni, il contenitore etc.

Il modello BS usa anch'esso gli integrati della serie F 8 ma è realizzato in modo da poter essere il modulo principale di un sistema espandibile a piacere su un bus non dedicato (cfr. appendice A).

(2) - Lo "Standard Cassette Adapter" (SCA) da noi realizzato elabora un segnale analogico modulato in frequenza compatibile con i normali registratori.

Attualmente l'adattatore lavora alla velocità di 110 band perchè si è ritenuto più conveniente mantenere una diretta compatibilità con la telescrivente ASR 33.

BIBLIOGRAFIA

1 - Computer - Vol. 7 n. 7, giugno 1974 - Numero speciale dedicato all'architettura dei microprocessori.

2 - A.R. WARD: "LSI Microprocessor and microcomputers: a bibliography" - Computer Vol. 7 n. 8, luglio 1974.

3 - Alta Frequenza - Vol. XLIV n. 6, giugno 1975 - Fascicolo monografico dedicato ai microelaboratori.

4 - Electronics - Vol. 49 n. 8, 15 aprile 1976 - Numero speciale dedicato ai microprocessori.

5 - "Preliminary F8 microprocessor data book" - FAIRCHILD SEMICONDUCTOR, 27 giugno 1975.

6 - "A guide to programming the FAIRCHILD F-8 microcomputer" - FAIRCHILD SEMICONDUCTOR, 27 giugno 1975.

7 - "User's manual F8 design evaluation kit number one" - FAIRCHILD SEMICONDUCTOR, 27 giugno 1975.